NOTICE

SUR LES TRAVAUX

D'ANATOMIE ET DE PHYSIOLOGIE

DE

M. Claude BERNARD.

PARIS.
IMPRIMERIE DE L. MARTINET,
RUE MIGNON, 2.

NOTICE

SUR LES TRAVAUX

D'ANATOMIE ET DE PHYSIOLOGIE

DE M. CLAUDE BERNARD.

I.

SYSTÈME NERVEUX.

1.

Recherches sur les fonctions du nerf spinal étudié spécialement dans ses rapports avec le pneumo-gastrique.

(Ce Mémoire, inséré dans le tome XI des *Mémoires de l'Académie des sciences* (*savants étrangers*), a obtenu le prix de physiologie expérimentale pour l'année 1845. — Membres de la Commission : MM. Flourens, Magendie, Milne Edwards, Serres, Duméril.)

Partie anatomique. — Le nerf spinal (accessoire de Willis) a été décrit comme un nerf isolé et distinct du pneumo-gastrique, par Willis, en 1661. Mais, depuis cet anatomiste, les descriptions avaient singulièrement varié; on avait compris, parmi les origines du spinal, des filaments que Willis rangeait dans le pneumo-gastrique, si bien que la divergence la plus grande existait entre les auteurs anciens et modernes sur l'interprétation qu'on devait donner aux connexions anatomiques qui existent entre le spinal et le pneumo-gastrique. En effet, Willis admet que le pneumo-gastrique fournit une anastomose au spinal, tandis que Scarpa et tous les modernes soutiennent, au contraire, que c'est le

spinal qui fournit au pneumo-gastrique un rameau considérable appelé *branche anastomotique interne*. Cette anastomose avait acquis une grande célébrité depuis les travaux de Gœres, de Scarpa, et surtout de Bischoff, parce que ces auteurs la considéraient comme apportant au pneumo-gastrique l'influence motrice du spinal, qui dès lors avait été regardé lui-même comme l'origine exclusive de toute la faculté motrice du pneumo-gastrique. Bischoff formula cette doctrine en ces termes : *Nervus Willisii accessorius* (nerf spinal) *est nervus motorius atque eamdem habet rationem ad nervum vagum qui sensibilitati solummodo præest, quam antica radix nervi spinalis ad posticam.* Cette proposition, qui est développée au point de vue anatomique et physiologique, est discutée dans la partie anatomique de mon Mémoire, très longuement, avec tout le soin qu'elle mérite.

Je démontre que cette comparaison, qui assimile les nerfs spinal et pneumo-gastrique aux deux racines d'une paire rachidienne, bien que très ingénieuse, n'est point exacte et repose au fond sur plusieurs erreurs anatomiques.

Je fais voir ensuite, non seulement par la comparaison des textes des auteurs, mais par des dissections très nombreuses faites sur l'homme et sur les animaux, que Scarpa, et après lui les auteurs modernes, ont délimité l'origine du spinal autrement que Willis, et que c'est de là que provient la divergence des descriptions. En effet, Willis ne comprend comme origines du spinal que les filets qui, naissant de la moelle épinière cervicale, remontent dans le crâne en se réunissant successivement pour constituer un tronc unique qui s'accolle au pneumo-gastrique, lui emprunte une anastomose dans le trou déchiré postérieur et sort pour se distribuer ensuite dans les muscles sterno-mastoïdien et trapèze.

Scarpa mentionne, comme Willis, cette *branche externe* du spinal, qui va se distribuer dans les muscles sterno-mastoïdien et trapèze; mais il en décrit une autre non indiquée par Willis, la *branche anastomotique interne*, qui va se confondre avec le tronc du nerf pneumo-gastrique. Sur des pièces convenablement macérées, en décollant cette branche pour remonter vers son origine, j'ai vu qu'elle n'a pas de rap-

port avec la moelle épinière cervicale, et qu'elle provient de quelques filets émanés de la moelle allongée que Scarpa, contrairement à Willis, range dans les origines du spinal. Or, il reste évident que la description de Willis est néanmoins très exacte, car, n'ayant pas compris dans les origines du spinal les filets de la moelle allongée, il ne pouvait pas décrire la branche anastomotique interne qui en provient.

Cette critique, qui avait échappé à Bischoff ainsi qu'aux autres anatomistes, m'a conduit à reconnaître dans le nerf spinal deux portions anatomiquement distinctes par leurs origines, savoir : 1° la *branche interne* qui naît de la moelle allongée ; 2° la *branche externe* qui provient de la moelle épinière cervicale. Les dissections de Spence, faites à un autre point de vue, viennent parfaitement à l'appui de cette distinction.

J'ai fait voir de plus que ces deux portions du nerf spinal sont souvent indépendantes l'une de l'autre dans leur développement relatif. Ainsi, chez le bœuf, le cheval, la branche externe est proportionnellement beaucoup plus développée que chez l'homme, tandis que chez les oiseaux cette branche externe disparaît entièrement, de telle sorte que chez ces animaux le nerf spinal est réduit à *la branche interne*, etc.

Enfin, j'examine et je discute avec soin la signification des autres anastomoses du pneumo-gastrique avec le glosso-pharyngien, le facial, l'hypoglosse, les paires cervicales et le grand sympathique.

Partie physiologique. — La proposition physiologique émise par Bischoff était très claire. Elle consistait à dire que la branche anastomotique interne du spinal était la *racine motrice* du nerf pneumo-gastrique, et la conséquence était qu'après la destruction du spinal toute la faculté motrice devait être anéantie dans le pneumo-gastrique. C'était là ce qu'il s'agissait de prouver. Bischoff, après plusieurs essais infructueux, parvint sur un chevreau à détruire les nerfs spinaux, et il observa que chez cet animal la voix s'éteignit aussitôt. Il en conclut que cette aphonie était le signe d'une paralysie de tous les mouvements du pneumo-gastrique, et que conséquemment la théorie était confirmée par l'expérience. Personne, après Bischoff, n'avait pu réaliser complétement la même expérience. Je la tentai à mon tour, et, après avoir sacrifié plusieurs animaux (chiens), je parvins à détruire les spinaux et

j'obtins les mêmes résultats que Bischoff, c'est-à-dire l'*aphonie.* Mais ce résultat, limité au larynx, ne me paraissait pas autoriser les conclusions générales et absolues de Bischoff; les animaux ne survivant que peu d'instants à l'opération, rien ne prouvait que l'œsophage, l'estomac, le cœur, le poumon, fussent paralysés comme l'était le larynx. Pour juger la question, il fallait absolument faire survivre longtemps les animaux, et examiner avec soin toutes les fonctions motrices des organes auxquels le pneumo-gastrique distribue ses rameaux. C'est en vue de ce but que j'imaginai un procédé nouveau d'extirpation des nerfs, qui permet d'arracher et de détruire sur des chats ou des lapins les nerfs spinaux sans ouvrir le crâne et sans compromettre la vie par le fait même de l'opération.

Or, les animaux dont ces nerfs sont ainsi extirpés survivent indéfiniment, et l'on n'observe chez eux que l'*aphonie;* tous les autres phénomènes de la digestion, de la circulation et de la respiration, qui sont sous l'influence motrice du pneumo-gastrique, ne sont point paralysés et continuent de s'exécuter normalement.

Ces expériences conduisent évidemment à d'autres conclusions que celles de Bischoff. Elles démontrent que l'ablation des nerfs spinaux n'agit que sur les fonctions du larynx et laisse intacts tous les autres organes qui reçoivent leurs mouvements involontaires du pneumogastrique (estomac, cœur, poumon, etc.). Et comme, d'autre part, je démontre que cette faculté motrice ne provient d'aucune anastomose du pneumo-gastrique, soit avec le facial, l'hypoglosse ou les paires cervicales, il faut bien reconnaître que ce nerf n'est point un nerf sensitif pur, mais qu'il est mixte, c'est-à-dire que dès son origine il est composé à la fois par des filets de sentiment et par des filets moteurs involontaires. De tout cela, il résulte finalement que le nerf spinal ne peut pas être considéré comme la racine antérieure du nerf pneumogastrique.

Je m'attache ensuite spécialement à déterminer les usages des nerfs spinaux relativement aux fonctions du larynx, et je montre que cet organe, constituant un appareil double destiné à la fois à la respiration et à la phonation, est influencé par deux ordres de nerfs distincts,

savoir le pneumo-gastrique, qui préside aux mouvements *respiratoires* involontaires, et le spinal, qui préside aux mouvements *vocaux* volontaires. Chez l'homme et la plupart des mammifères, ces deux ordres de nerfs se trouvent mélangés et unis dans les nerfs laryngés. Mais l'anatomie comparée montre que cette fusion du spinal et du pneumo-gastrique n'est qu'accidentelle. Chez le chimpanzé, par exemple, elle n'a pas lieu, et la branche interne du spinal chez cet animal va se rendre directement au larynx.

En résumé, le pneumo-gastrique est un nerf mixte qui tient sous sa dépendance trois grandes fonctions dont les mouvements sont involontaires: la digestion, la circulation, la respiration. Cependant, parmi ces fonctions, la respiration participe à la vie volontaire ou de relation par l'appareil vocal, qui est placé sur son trajet.

C'est seulement pour cette fonction que le nerf spinal, essentiellement moteur volontaire, se trouve sur-ajouté à l'influence du pneumo-gastrique. Pendant le sommeil, le larynx ne sert qu'à la respiration et ne fonctionne que sous l'influence du pneumo-gastrique. A l'état de veille, lors de l'acte de la phonation, l'influence du spinal intervient pour agir sur le larynx. Mais si les spinaux ont été préalablement détruits, l'animal ne peut plus agir sur son appareil vocal; il reste aphone, et son larynx, comme son estomac ou son cœur, continue toujours à fonctionner pour la vie organique et cesse de pouvoir désormais servir pour la vie de relation.

2.

Recherches anatomiques et physiologiques sur la corde du tympan.

(Annales médico-psychologiques, mai 1843.)

Partie anatomique. — Comme conséquence des dissections nombreuses que j'ai faites sur l'homme et sur les animaux, j'avance dans ce mémoire :

1° Que la corde du tympan est un rameau émané du facial, allant se réunir avec le nerf lingual de la cinquième paire;

2° Que la corde du tympan n'existe que chez les mammifères, et que, lorsque chez les oiseaux et les reptiles cette anastomose nerveuse disparaît, le nerf lingual proprement dit, et par suite la faculté gustative s'effacent aussi ;

3° Que le nerf lingual et la corde du tympan sont dans des rapports invariables. Constamment ces deux nerfs se réunissent peu après l'origine du nerf lingual.

4° Que les rapports du ganglion sous-maxillaire et de la corde du tympan, sont au contraire excessivement variables chez les animaux.

Partie physiologique. — J'ai démontré, par des expériences directes, que la destruction de la corde du tympan sur des chiens amène une diminution dans la faculté gustative, limitée à la moitié de la langue qui correspond au côté où la corde du tympan a été coupée.

Cette modification sensoriale n'est point une abolition complète de la gustation, mais un simple affaiblissement de cette faculté, qui a perdu son instantanéité et présente alors une grande lenteur dans sa manifestation. Elle est toujours indépendante de la sensibilité tactile de la membrane muqueuse linguale, qui ne subit elle-même aucune diminution.

Cherchant ensuite à déterminer comment l'influence motrice de la corde du tympan peut modifier la gustation, je démontre que c'est non pas en agissant sur l'excrétion salivaire du canal de Wharton, ainsi que cela avait été soutenu par certains physiologistes, mais bien en agissant d'une manière spéciale sur le tissu papillaire lingual, qui constitue l'intermédiaire entre le corps sapide et le nerf sensorial chargé de l'apprécier.

Dans un deuxième mémoire sur ce même sujet : *De l'altération du goût dans la paralysie du nerf facial* (*Archives générales de médecine,* janvier 1845), je confirme les résultats des expériences sur les animaux par des observations faites sur l'homme, et je montre que cette diminution de la gustation doit être placée au nombre des symptômes réguliers de la paralysie du facial; seulement, elle peut manquer quelquefois, lorsque la cause paralysante ne siége pas assez haut dans le trajet spiroïde pour léser simultanément le rameau tympanique.

3.

De l'influence de la section des nerfs pneumo-gastriques sur la déglutition.

(Comptes rendus de la Société de biologie; 1850.)

On admet généralement qu'après la section des nerfs pneumo-gastriques dans la région moyenne du cou, les aliments arrivent dans l'estomac en cheminant, dans l'œsophage paralysé, par leur propre poids et par les contractions du pharynx. Cela est vrai trente-six ou quarante-huit heures après la section des nerfs de la huitième paire; mais, immédiatement après l'opération, l'arrivée des aliments dans l'estomac est rendue complétement impossible par une contraction spasmodique de la partie inférieure de l'œsophage qui ne s'éteint que peu à peu et persiste quelquefois pendant plusieurs jours. Je me suis assuré que ce phénomène a lieu chez les chiens, les lapins et les chevaux.

4.

De l'influence des nerfs de la huitième paire sur les phénomènes chimiques de la digestion stomacale.

(Comptes rendus de l'Académie des sciences, 20 mai 1844.)

Depuis longtemps on savait que la section des nerfs pneumo-gastriques (huitième paire) arrêtait plus ou moins complétement les phénomènes digestifs. Mais aucun expérimentateur n'avait constaté directement les changements fonctionnels qui surviennent dans l'estomac au moment même de la cessation de l'influence des nerfs pneumo-gastriques. C'est pour faire cette observation que je me suis placé dans des conditions expérimentales toutes nouvelles. J'ai opéré sur un chien adulte une très large fistule stomacale, permettant de voir la membrane muqueuse dans une certaine étendue. Cinq semaines après, la fistule

étant très bien organisée et l'animal bien portant, je fis la section des nerfs pneumo-gastriques dans la région moyenne du cou, et je pus comparer ainsi sur le même animal l'état de l'estomac avant et après la section des nerfs de la huitième paire.

1° Je constatai au moment même de la section des nerfs que la membrane muqueuse de l'estomac, qui était turgide et vermeille, se décolora, s'affaissa et devint insensible. Au même instant, la sécrétion acide du suc gastrique s'arrêta et fut remplacée par la formation d'un liquide muqueux, filant, à réaction neutre ou légèrement alcaline.

2° Dès lors la digestion fut complétement suspendue.

3° J'observai de plus que les aliments introduits dans l'estomac après la section des nerfs vagues pouvaient, sous l'influence de la chaleur et de l'humidité, donner lieu à des phénomènes de décomposition spontanée. Le sucre, le pain ou d'autres matières amylacées donnèrent lieu bientôt à la fermentation lactique. Cette observation est d'autant plus importante à signaler, que la réaction acide qui se produit alors pourrait être prise à tort pour une nouvelle sécrétion de suc gastrique, tandis que c'est simplement le résultat d'un phénomène chimique qui s'opère là comme il se produirait en dehors de l'animal.

5.

De l'influence des nerfs pneumo-gastriques sur les contractions du cœur.

(Comptes rendus de la Société de biologie ; 1849.)

Quand on place le cardiomètre de M. Magendie sur l'artère carotide d'un cheval, on constate que la pression totale du système artériel soutient une colonne mercurielle de 130 à 140 millimètres, à laquelle vient s'ajouter une augmentation de 15 à 20 millimètres pour chaque contraction du cœur. Si, à ce moment, on résèque les deux nerfs pneumogastriques dans la région moyenne du cou, on constate que la pression totale du système artériel augmente, tandis que l'oscillation due à la

contraction du cœur diminue et n'est plus alors que de 5 à 6 millimètres. En même temps, le nombre des pulsations devient beaucoup plus considérable. Chez le chien, on constate les mêmes phénomènes; seulement, à l'état normal, les contractions du cœur chez cet animal sont très irrégulières. Aussitôt après la section des nerfs pneumo-gastriques, les pulsations, devenues plus nombreuses et plus faibles, offrent une très grande régularité dans leur succession.

6.

Anatomie d'un veau bicéphale (avec M. Rayer).

(Comptes rendus de la Société de biologie; 1849.)

Il s'agit d'un veau bicéphale né à terme, bien vivant, et n'offrant, du reste, aucun autre vice de conformation.

Les deux têtes, unies latéralement et postérieurement aux oreilles, sont libres en avant et divergent à angle aigu; elles présentent un développement bien différent. La tête droite, du volume à peu près d'une tête de veau ordinaire, est bien conformée et complète, tandis que la tête gauche, plus petite que sa voisine sur laquelle elle semble greffée, manque totalement de mâchoire inférieure. Elle n'a pas de pharynx ni de cavité buccale proprement dite. Il existe seulement un petit appendice charnu fixé au palais, qui est un vestige de langue. A part cette différence, chaque tête a deux yeux, deux naseaux et deux oreilles.

L'anatomie de cette tête double a été faite avec soin, surtout au point de vue du système nerveux.

Il y a deux cerveaux et deux cervelets bien distincts et bien conformés. Les moelles allongées restent encore distinctes dans leur partie supérieure; car on voit de chaque côté un *calamus scriptorius*. Ce n'est qu'à leur partie inférieure que ces deux moelles allongées se confondent en une seule, très peu au-dessus du trou occipital.

Les première, deuxième, troisième, quatrième, cinquième, sixième et septième paires de nerfs cérébraux existent doubles pour chacune

des têtes, et naissent comme à l'ordinaire des centres nerveux. Ces différentes paires de nerfs présentent un développement sensiblement égal pour les deux têtes, excepté la cinquième paire de la tête gauche, qui est plus petite et incomplètement développée. En effet, elle se trouve réduite aux branches ophthalmique et maxillaire supérieure. La branche maxillaire inférieure est complétement absente, et cela se comprend, puisqu'il n'y a ni mâchoire inférieure, ni langue. Le trou ovale manque également.

Au niveau de la huitième paire de nerfs crâniens, la fusion commence. En effet, les deux huitièmes paires qui correspondent au point de jonction des deux moelles allongées sont représentées par quelques filets épars et en partie atrophiés. Les deux huitièmes paires, qui naissent au contraire du côté libre des deux moelles allongées, sont très bien développées, et il y a cette bizarrerie que le pharynx et le larynx, qui sont uniques, reçoivent cependant leurs nerfs de deux moelles allongées distinctes. Au-dessous de l'origine de la huitième paire, la fusion des deux moelles est entière, et tous les nerfs sont disposés comme à l'ordinaire.

7.

Sur le tournoiement qui suit la lésion des pédoncules cérébelleux moyens.

(Société philomatique. — Journal *l'Institut*, 3 février 1849.)

En 1825, M. Magendie trouva que la lésion d'un pédoncule cérébelleux moyen détermine immédiatement chez les animaux des mouvements violents de rotation suivant l'axe du tronc, en même temps qu'on observe une distorsion singulière dans la direction des yeux. En 1828, M. Flourens publia ses expériences qui s'accordent avec celles de M. Magendie sur ce point, que la rotation a lieu *du côté correspondant* à la lésion. Si, par exemple, on a blessé le pédoncule cérébelleux du côté droit, ces auteurs annoncent que l'animal tournera de gauche à droite. Parmi les physiologistes qui ont répété ces expériences, il en

est qui ont contredit formellement ces résultats, en soutenant que les animaux tournaient *du côté opposé* à la section du pédoncule cérébelleux.

J'ai eu pour but de démontrer, dans mon travail, que ces résultats ne s'excluent point, car j'ai pu à volonté, en blessant le même pédoncule cérébelleux, faire tourner l'animal sujet de l'expérience, tantôt *du même côté*, tantôt *du côté opposé* à la lésion. Tout dépend du point où le pédoncule se trouve blessé. J'ai reconnu que toutes les fois que le pédoncule cérébelleux est atteint dans la partie située *en arrière* de l'origine du nerf de la cinquième paire, l'animal tourne du même côté, tandis que la lésion du pédoncule *en avant* de l'origine du même nerf entraîne le tournoiement du côté opposé.

Je pense avoir élucidé la question, en ce sens que j'ai précisé les conditions expérimentales pour la production de phénomènes qu'on avait considérés comme incompatibles et contradictoires ; mais indépendamment de ce résultat, mes expériences me semblent renfermer un fait nouveau, important. Elles apprennent en effet qu'il existe vers le voisinage de l'origine du nerf trijumeau une sorte d'entrecroisement fonctionnel dont les conditions anatomiques ne seraient point encore déterminées.

8.

Recherches sur les causes qui augmentent ou diminuent l'intensité de la sensibilité récurrente.

(Comptes rendus de l'Académie des sciences, tome XXV, page 104.)

En 1839, M. Magendie découvrit, dans les racines rachidiennes antérieures, une sensibilité toute spéciale semblant provenir de la périphérie du corps, et à laquelle il donna le nom de *sensibilité en retour* ou de *sensibilité récurrente*, pour la distinguer de la sensibilité des racines rachidiennes postérieures, qui émane directement de la moelle épinière. En analysant les phénomènes, M. Magendie a montré que cette sensibilité récurrente est transmise à la racine rachidienne antérieure

par la racine rachidienne postérieure correspondante, si bien qu'on constate une sorte de circuit de sensibilité entre les deux racines nerveuses. J'ai de mon côté mis ce fait en évidence par un autre procédé, qui consiste à soumettre les animaux à l'éthérisation. On voit, à mesure que l'anesthésie se manifeste, les organes nerveux devenir insensibles dans l'ordre suivant : 1° la racine antérieure; 2° la peau; 3° la racine postérieure; 4° le faisceau postérieur de la moelle épinière. Puis, quand on cesse l'éthérisation pour laisser l'animal revenir à son état normal, on voit la sensibilité reparaître dans les organes nerveux d'une manière inverse, c'est-à-dire : 1° dans la moelle; 2° dans la racine postérieure; 3° dans la peau; 4° dans la racine antérieure. Enfin, quand on épuise l'animal par des pertes de sang considérables ou par le procédé opératoire qu'on emploie, on voit également la sensibilité s'éteindre, d'abord dans la racine antérieure, puis dans la racine postérieure, de telle sorte que dans ces cas on pourra trouver les racines postérieures seules douées de sensibilité. J'ai surtout insisté, dans mon Mémoire, sur les conditions expérimentales dans lesquelles il faut se placer pour trouver toujours la sensibilité récurrente. Cette expérience, que j'ai eu l'honneur de répéter devant des savants éminents, MM. Flourens, Rayer, Serres, de Humboldt, etc., est aujourd'hui un fait acquis à la science.

9.

De la sensibilité récurrente du nerf spinal.

(Mémoires de la Société de biologie; 1850.)

En étudiant la sensibilité récurrente du nerf spinal, j'ai eu pour but de rechercher d'où elle provenait, et de déterminer par conséquent quel était le nerf qui jouait le rôle d'une racine postérieure à l'égard du spinal. En effet, le caractère d'une racine antérieure rachidienne est de posséder la sensibilité récurrente, et j'ai démontré dans ce mémoire que dès son origine l'accessoire de Willis est doué de cette propriété. Le caractère d'une racine rachidienne postérieure est au contraire de fournir la sensibilité récurrente seulement à la racine antérieure correspondante. Or, on comprendra dès lors que le nerf qui donnera la sensibi-

lité récurrente au spinal devra être regardé comme sa racine postérieure, puisqu'on constate que cette propriété physiologique lie en quelque sorte deux à deux les racines rachidiennes entre elles, pour constituer ce qu'on appelle une paire nerveuse. J'ai voulu, avec ce *criterium* nouveau, revenir sur cette ancienne question de savoir si le pneumo-gastrique doit être considéré comme la racine postérieure du spinal, ou, autrement dit, j'ai recherché si, en coupant le nerf pneumo-gastrique, on fait disparaître la sensibilité récurrente du spinal, de la même manière qu'on éteint cette propriété dans une racine rachidienne antérieure en coupant la racine postérieure qui lui correspond. Les expériences m'ont appris qu'il n'en est rien, et que par conséquent le pneumo-gastrique et le spinal ne constituent pas à eux deux une paire rachidienne, ainsi que je l'avais déjà prouvé ailleurs par d'autres arguments décisifs, mais peut-être moins directs que celui qui se déduit de l'origine de la sensibilité récurrente.

Le nerf spinal, si exceptionnel par ses origines multipliées à la moelle épinière, présente également une anomalie remarquable sous le rapport de sa sensibilité récurrente. Au lieu de tenir cette propriété d'un seul nerf, il l'emprunte, ainsi que mes expériences le font voir, aux racines postérieures des trois ou quatre premières paires cervicales chez le chien; de sorte qu'à ce point de vue, le nerf accessoire de Willis doit être considéré comme une racine antérieure multiple, surajoutée aux trois ou quatre premières paires rachidiennes cervicales.

10.

Des conditions qui favorisent le développement de la sensibilité récurrente et de la sensibilité sans conscience (mouvements réflexes.)

(Société philomatique. — Journal *l'Institut*, 3 juillet 1847.)

Cette note a pour but d'établir que chez quelques animaux (chiens, chats), les phénomènes de sensibilité sans conscience (mouvements réflexes) et de sensibilité récurrente se développent ou s'éteignent sous l'influence de conditions qui sont absolument les mêmes pour les deux ordres de phénomènes nerveux.

11.

De l'influence de la paralysie de la troisième paire sur les mouvements de la pupille.

(Comptes rendus de la Société de biologie; 1850.)

Après la destruction du nerf moteur oculaire commun (troisième paire), la pupille reste élargie et immobile; de sorte qu'on admet que c'est ce nerf qui généralement anime les mouvements de l'iris. Cependant cette paralysie de la pupille, qui est alors réelle pour les rayons lumineux, peut cesser sous d'autres influences. Ainsi, par un procédé qui m'est propre, et que je décris dans mon mémoire, j'ai coupé la troisième paire dans le crâne sur des lapins. Aussitôt après, la pupille devient dilatée et immobile en même temps qu'il se produit un strabisme externe. Mais si immédiatement après, ou le lendemain de l'opération, on applique de la belladone sur cet œil dont l'iris semble paralysé, on voit cependant la pupille se dilater encore. Les mouvements de constriction y sont de même encore possibles sous l'influence de la douleur; car si on pince un rameau de la cinquième paire, ou si on coupe ce nerf dans le crâne, on voit aussitôt la pupille se contracter énergiquement, absolument comme si le nerf de la troisième paire n'avait pas été coupé.

12.

Cas d'atrophie partielle de la moelle épinière avec perte du mouvement volontaire et conservation de la sensibilité dans les membres postérieurs, chez un agneau (avec M. Davaine).

(Comptes rendus de la Société de biologie, p. 120; 1849.)

Pendant la vie, la paralysie du mouvement volontaire était complète dans les membres postérieurs qui restaient raides et dans l'extension. Néanmoins, ces membres avaient conservé partout leur sensibilité, et

quand on pinçait la peau qui les recouvrait, on déterminait des mouvements réflexes très évidents.

L'animal ayant été sacrifié, nous trouvâmes à son autopsie la moelle épinière considérablement atrophiée dans la région lombaire. Les racines rachidiennes qui naissaient au niveau de la partie atrophiée avaient disparu à peu près complétement, tandis que les racines postérieures correspondantes n'avaient pas sensiblement diminué de volume. Les faisceaux antérieurs et postérieurs de la moelle paraissaient cependant atrophiés au même degré.

13.

Sur l'absence de la racine postérieure de la première paire cervicale (nerf sous-occipital) chez les singes.

(Comptes rendus de la Société de biologie; 1850.)

J'ai constaté, dans une première dissection sur un singe cynocéphale (grand papion), l'absence complète, des deux côtés, de la racine postérieure de la première paire cervicale; de sorte que cette paire de nerfs rachidiens se trouve chez cet animal réduite à sa racine antérieure, et conséquemment dépourvue de ganglion. Sur une autre espèce de singes, j'ai retrouvé la même disposition. Il était intéressant, dès lors, pour la physiologie, de rechercher les modifications que cette première paire cervicale avait subie dans sa distribution par suite de l'absence de sa racine postérieure ou sensitive. J'ai vu que la branche de ce nerf qui se rend dans les muscles obliques et droits postérieurs de la tête avait son développement ordinaire, tandis que sa branche antérieure, qui chez l'homme va s'anastomoser avec le pneumo-gastrique et les autres nerfs du cou, avait à peu près complétement disparu. Cette disparition de la branche anastomotique antérieure, coïncidant chez les singes avec l'absence de la racine postérieure, est un fait important, parce qu'il démontre que ce n'est point une anastomose motrice que le pneumo-gastrique emprunte à la première paire, et confirme l'opinion sur la nature mixte du nerf de la huitième paire.

14.

Du mode d'action de la strychnine sur le système nerveux.

(Société philomatique. — Journal *l'Institut*, 26 juin 1847.)

Je démontre expérimentalement que la strychnine, qui a pour effet de provoquer des désordres de mouvements (convulsions), exerce primitivement son influence sur les nerfs de sensibilité, et que cette substance agit en exagérant l'action motrice réflexe de la moelle épinière.

15.

De l'influence du système nerveux sur la composition des urines.

(Comptes rendus de l'Académie des sciences, tome XXVIII, page 393.)

Dans cette note, j'annonce à l'Académie mes premières expériences ayant pour but de faire apparaître le sucre dans les urines par la piqûre de la moelle allongée. Le procédé expérimental que je mettais alors en usage produisait une mutilation considérable et des désordres de sensibilité et de mouvements (convulsions) qui compromettaient la vie de l'animal. Souvent j'ai vu dans ces circonstances l'apparence des urines changer complétement. Si elles étaient troubles et alcalines avant l'expérience, elles devenaient bientôt après claires, acides et sucrées. D'autres fois elles contenaient des quantités notables d'albumine. Aujourd'hui je produis une lésion beaucoup plus limitée, et la matière sucrée se manifeste dans l'urine sans que cette sécrétion soit modifiée dans sa réaction. Seulement, la quantité des urines augmente en général, et ordinairement les phosphates disparaissent presque complétement de cette sécrétion pendant tout le temps que le sucre s'y rencontre.

J'ajouterai encore que les animaux présentent souvent en même temps un léger abaissement de température et une très grande irrita-

bilité. Ces modifications variées qu'on produit dans la composition des urines sous le rapport du sucre , des phosphates, de l'albumine et de la réaction acide, dépendent sans aucun doute de l'état complexe de la lésion qu'on détermine dans ces divers cas. On pressent dès lors qu'on pourrait peut-être faire apparaître ces modifications isolément si on limitait la lésion au point du système nerveux qui leur correspond exactement.

J'ai remarqué également que chez les lapins, les urines devenaient acides après la résection des nerfs pneumo-gastriques; sans doute parce qu'alors la digestion étant arrêtée, les animaux présentent des urines acides, comme quand ils sont soumis à l'abstinence.

II.

APPAREIL DIGESTIF. — DIGESTION. — ABSORPTION.

16.

Sur la salive, et sur son rôle dans les phénomènes de la digestion.

(Archives générales de médecine; 1847.)

Dans ce travail, j'ai pris pour point de départ la distinction importante établie par MM. Magendie et Rayer entre les propriétés digestives différentes de la salive parotidienne et de la salive mixte chez le cheval. J'ai montré dans mon mémoire que cette distinction des salives devait être faite de la même manière chez l'homme, chez le chien, le lapin, etc.; c'est-à-dire que chez l'homme et les animaux que je viens de citer, comme chez le cheval, la salive parotidienne recueillie dans les mêmes circonstances est inactive pour transformer l'amidon en glucose, tandis que la salive mixte recueillie dans la bouche provoque rapidement cette transformation chimique de la fécule.

Poursuivant la recherche du principe actif de la salive mixte sur l'amidon, j'ai vu que ce principe n'existe dans aucune des salives prises au dehors de la bouche dans leurs conduits excréteurs de Sténon ou de Wharton, etc.; mais qu'il prend naissance seulement à la surface de la membrane muqueuse buccale, par le fait d'une modification spéciale des produits salivaires.

17.

Mémoire sur la glande sous-maxillaire et sur sa sécrétion. — Conséquences qu'on peut en déduire relativement à une nouvelle classification des glandes salivaires.

(Mémoires de la Société de biologie; 1850.)

Beaucoup d'expérimentateurs ont étudié les propriétés de la salive parotidienne recueillie par la section du canal de Sténon. J'ai pensé qu'il serait utile d'en faire autant pour la salive sous-maxillaire, et j'ai réussi à obtenir, d'abord sur le chien, le produit de sécrétion de cette glande en faisant une incision au conduit de Wharton. Je constatai alors que la salive sous-maxillaire possède des propriétés tout à fait caractéristiques. Elle est épaisse, filante et gluante, adhère fortement aux corps solides, mais ne les pénètre pas, et ne peut par conséquent les dissoudre facilement. Je découvris en outre que cette apparence spéciale de la salive sous-maxillaire coexiste avec une propriété remarquable dans le tissu de la glande qui la fournit. En effet, en broyant cette glande et en la mélangeant avec un peu d'eau chauffée à 30 ou 40 degrés centigrades, son tissu, au bout de quelques instants de contact, laisse dissoudre dans l'eau le principe gluant caractéristique de la salive sous-maxillaire, et l'on obtient alors un liquide visqueux et filant qui offre, d'une manière frappante, les caractères que possède la sécrétion de la glande sous-maxillaire pendant la vie. J'examinai successivement à ce point de vue les autres glandes et glandules salivaires du chien, et je constatai que toutes, excepté la parotide, offrent cette même

propriété de fournir une infusion visqueuse et gluante. Chez d'autres animaux, tels que le cheval, le lapin, le mouton, etc., les expériences donnent un résultat semblable.

Il reste donc ainsi démontré que les autres fluides salivaires ne ressemblent pas à la salive parotidienne. Celle-ci était la seule qu'on eût obtenue jusqu'alors à l'état d'isolement, et elle est précisément une salive exceptionnelle se distinguant des autres en ce qu'elle est d'apparence aqueuse, pouvant imbiber et dissoudre les corps avec facilité. J'ai constaté ces propriétés sur la salive parotidienne du cheval, du lapin, du chien et du cobaye, et j'ai de même vérifié chez ces animaux que le tissu de la glande parotidienne ne donne jamais une infusion visqueuse et gluante.

La première partie de mon mémoire a pour but d'établir qu'il existe primitivement deux espèces de salives et deux sortes d'appareils salivaires, distincts par les propriétés de tissu des glandes qui les composent. La séparation que tous les auteurs établissent entre les cryptes mucipares et les véritables glandes salivaires ne saurait désormais être fondée. En effet, la glande sous-maxillaire, considérée par tous les anatomistes comme une véritable glande salivaire, sécrète un fluide muqueux comme les cryptes, et d'autre part il est des cryptes qui ne sécrètent pas un liquide muqueux : tels sont ceux qu'on rencontre dans le ventricule succenturié des oiseaux, etc.

Afin de prouver mieux l'importance de cette distinction, je démontre dans mon mémoire que la salive aqueuse et la salive visqueuse sont sécrétées dans des circonstances spéciales et en vue d'une fonction différente ; ce qui se trouve encore démontré, quand on suit dans les animaux le développement relatif de l'appareil glandulaire à salive aqueuse et de l'appareil glandulaire à salive visqueuse.

En effet, l'*appareil à salive aqueuse* (la parotide) est destiné à verser dans la bouche un liquide propre à humecter et à dissoudre les substances. Sur un animal vivant, j'ai constaté que sa sécrétion est augmentée par la présence d'un aliment sec, et diminuée ou même suspendue quand la substance ingérée est humide ou accompagnée d'une grande quantité d'eau. Aussi cet appareil salivaire n'existe-t-il jamais

chez les animaux qui vivent dans l'eau, quelle que soit la classe à laquelle ils appartiennent. De plus, parmi les animaux qui vivent dans l'air, la parotide n'existe que chez ceux qui sont pourvus de dents disposées pour la mastication. J'ai montré que, chez les oiseaux, les amas glanduleux considérés par J.-F. Meckel et Stannius comme des glandes salivaires, fournissent un liquide visqueux.

L'appareil glandulaire à salive visqueuse constitué par les glandes sous-maxillaires, les sous-linguales, les orbitaires des carnassiers et des ruminants, par les glandules buccales, etc., est destiné à verser dans la bouche un liquide épais et filant, pour la déglutition. Aussi la glande sous-maxillaire ainsi que les glandes à salive visqueuse peuvent se rencontrer chez tous les animaux vertébrés, quel que soit le milieu dans lequel ils vivent. Le développement de ces organes glanduleux est indépendant de la disposition des dents et de la fonction de mastication proprement dite, et se trouve lié d'une manière évidente à l'acte de la déglutition. Cette fonction cesse de pouvoir s'accomplir par les organes buccaux dès que la langue vient à manquer. Aussi voit-on les glandes sous-maxillaires disparaître en général chez les animaux dépourvus de langue.

En résumé, je pense avoir démontré, dans mon mémoire, qu'il y a deux appareils salivaires, différents par leurs produits, par leurs usages et par leur développement relatif, chez les animaux vertébrés.

18.

Mémoire sur le suc gastrique et son rôle dans la nutrition.

(Gazette médicale, janvier 1844.)

Ce travail se divise en deux parties : dans la première j'étudie le mécanisme de la sécrétion du suc gastrique; dans la deuxième je détermine les modifications que ce fluide fait subir à certaines matières alimentaires.

Relativement à la sécrétion du suc gastrique, j'ai démontré que les

substances introduites dans le sang arrivent au moyen de la sécrétion gastrique avec une facilité très grande dans l'estomac, pendant la digestion. C'est ainsi qu'en ingérant d'une part dans l'estomac un sel de fer mélangé aux aliments, et d'autre part en injectant dans le sang une dissolution faible de prussiate jaune de potasse, on voit bientôt la rencontre des deux substances s'opérer dans l'estomac et la masse alimentaire devenir bleue par la formation de bleu de Prusse qui s'est opérée. J'ai pu, à l'aide de cet artifice, déterminer le lieu de la membrane muqueuse gastrique où se fait plus spécialement la sécrétion.

Dans la deuxième partie de ce travail, j'ai étudié l'action du suc gastrique sur le sucre de canne, et j'ai montré un fait qu'on ignorait alors : c'est que le sucre de canne, ou de la première espèce, ne peut pas être directement assimilé quand on l'introduit dans le sang. Il faut que préalablement il subisse l'influence des phénomènes digestifs ou une action analogue pour être transformé en glucose ou sucre de la deuxième espèce. J'ai donné ensuite la preuve expérimentale de ces faits en injectant comparativement les deux espèces de sucre dans les veines sur des animaux vivants. Lorsqu'on introduit dans la veine jugulaire d'un gros lapin du sucre de canne en petite quantité (1 ou 2 décigrammes dans 6 ou 8 grammes d'eau tiède), on constate, en examinant ensuite l'urine de l'animal, que le sucre de canne se retrouve dans cette excrétion sans aucune altération et avec tous ses caractères chimiques. Si au contraire le sucre de canne, avant d'être injecté dans le sang, a été d'abord digéré dans le suc gastrique acide du même animal, ou bien, ce qui revient au même, s'il a été transformé en glucose par l'ébullition dans de l'eau convenablement acidulée, il n'apparaît plus alors dans les urines. Cela indique clairement qu'à l'état de glucose le principe sucré est assimilé et détruit dans l'organisme, tandis qu'à l'état de sucre de canne il est éliminé par les urines comme une substance étrangère à la nutrition.

J'ai expérimenté de la même façon sur l'albumine et la gélatine. Cette méthode d'injection dans le sang, pour savoir si une substance est ou non assimilable, a été depuis mise en usage par beaucoup de physiologistes.

19.

Analyse du suc gastrique (avec M. Barreswill).

(Comptes rendus de l'Académie des sciences, tome XIX, page 1284.)

Dans ce mémoire, nous avons spécialement étudié la cause de l'acidité du suc gastrique. Nous avons démontré :

1° Que l'acidité du suc gastrique est due à un acide libre;

2° Que cet acide est constamment de l'acide lactique chez les chiens.

Nous avons ensuite constaté que, si au point de vue des qualités digestives du suc gastrique, il était absolument indispensable qu'il fût acide, la nature de l'acide était indifférente, et que c'était pour cette raison qu'on peut ingérer dans l'estomac des substances qui sont acides elles-mêmes, sans troubler d'une manière apparente la digestion stomacale.

20.

Propriétés du suc intestinal.

(Comptes rendus de la Société de biologie, page 101; 1849.)

J'ai constaté que le fluide mixte, recueilli dans l'intestin grêle des animaux (chiens, lapins, chevaux, oiseaux, etc.,) possède toutes les propriétés digestives réunies, c'est-à-dire, qu'il agit sur les matières albuminoïdes, sur les corps gras et sur les principes amylacés.

Je me suis assuré, ensuite, que ces propriétés du fluide intestinal résultent du mélange de la bile avec le suc pancréatique ; de sorte que la bile, qui paraît complétement inactive sur les matières alimentaires quand elle est isolée, agit d'une manière tout à fait différente lorsqu'elle est convenablement mélangée avec le suc pancréatique dans l'intestin.

21.

De la bile sucrée chez les mollusques.

(Comptes rendus de la Société de biologie; octobre, 1850.)

Le foie produit du sucre et de la bile, ainsi que je l'ai prouvé ailleurs. Chez les vertébrés, ces deux produits s'éliminent par des voies différentes. Le sucre passe directement dans le sang par les veines sus-hépatiques, tandis que la bile s'élimine par les voies biliaires et se déverse dans l'intestin. Chez les mollusques, il paraît en être autrement, car j'ai toujours trouvé chez un assez grand nombre d'espèces de ces animaux la bile sucrée; de sorte que, chez eux, le sucre et la bile se verseraient dans le canal intestinal pour être absorbés ensuite.

22.

Recherches sur les usages du pancréas.

(Ce mémoire, qui doit être inséré dans le *Recueil des savants étrangers*, a obtenu le prix de physiologie expérimentale pour l'année 1849.)

J'ai été conduit à déterminer les usages du pancréas dans la digestion des substances grasses neutres, en examinant comment se digérait la graisse, comparativement chez les chiens et chez les lapins. Je remarquai un fait différentiel qui me frappa : c'est que chez les chiens l'absorption de la graisse commençait à se faire très haut dans l'intestin grêle, et presque immédiatement après le pylore, tandis que, chez les lapins, la même matière grasse n'était modifiée et absorbée par les chylifères, que beaucoup plus loin, à 35 ou 40 centimètres au-dessous de l'orifice pylorique. En recherchant la raison de cette particularité, je constatai, chez ces deux espèces d'animaux, une grande différence dans le lieu d'abouchement des conduits pancréatiques. En effet, chez le chien, les canaux qui apportent le suc pancréatique, sont au nombre de deux, et

s'ouvrent très haut dans l'intestin, au voisinage du canal cholédoque qui verse la bile. Chez le lapin, au contraire, les fluides pancréatique et biliaire, au lieu de se mélanger de suite à leur arrivée dans l'intestin, se déversent isolément très loin l'un de l'autre. Le canal cholédoque s'insère près du pylore, et le canal pancréatique, qui est unique, s'ouvre à plus de 35 centimètres au-dessous, précisément dans le point où les vaisseaux chylifères commencent à absorber et à contenir de la graisse. Je pensai qu'il devait y avoir là un rapport entre la digestion des corps gras et l'action du suc pancréatique. Mais il fallait, pour donner une démonstration rigoureuse, dégager le suc pancréatique du mélange où il se trouve dans le canal intestinal, et prouver que ce fluide isolé agit en modifiant les corps gras au dehors de l'animal.

Ces premières vues ont été confirmées pleinement par des recherches et des expériences nombreuses qui ont duré plus de deux ans, et ont été reproduites sur un grand nombre d'animaux.

Le 29 février 1849, j'ai lu un mémoire sur ce sujet à l'Académie des sciences. Pour indiquer les résultats de ce travail, je ne puis mieux faire que de citer une partie du rapport de MM. Magendie, Milne Edwards et Dumas.

« Il restait encore à découvrir le véritable agent de la digestion des » corps gras, c'est-à-dire l'agent de la formation de la substance grasse » du chyle.

» M. Bernard vient de mettre en évidence que ce rôle remarquable » appartient au suc pancréatique; il le démontre par trois preuves con- » cluantes :

» 1° Le suc pancréatique pur et récemment formé émulsionne les » graisses et les huiles avec la plus grande facilité. L'émulsion persiste » pendant longtemps, et les corps gras y éprouvent bientôt une fermen- » tation qui en sépare les acides qu'ils renferment.

» 2° Le chyle ne commence à se réunir dans les chylifères qu'à partir » de la région du tube intestinal, où le suc pancréatique est venu se » mêler aux matières alimentaires.

» 3° Dans les affections du pancréas, on voit les corps gras contenus » dans les aliments passer tout entiers dans les déjections.

» L'auteur nous a rendu témoins de la première de ces expériences » et nous a fourni l'occasion de la reproduire avec de nombreuses va- » riétés de suc pancréatique. Elle n'est pour nous l'objet d'aucun doute. » Il est incontestable que les corps gras sont émulsionnés par ce suc » d'une manière facile et persistante ; il ne l'est pas moins que la salive, » le suc gastrique, la bile, sont privés de cette propriété.

» La seconde démonstration peut être donnée de bien des manières ; » mais l'auteur a trouvé, dans une disposition particulière de l'appareil » digestif du lapin, un moyen irrécusable de la reproduire avec la plus » parfaite précision et à volonté. Le suc pancréatique parvient dans le » tube intestinal de cet animal à une distance d'environ 35 centimètres » au-dessous du point où se verse la bile elle-même. Or, tant que les » matières alimentaires n'ont pas atteint la région où elles se mêlent au » suc pancréatique, rien n'indique la formation et la séparation d'un » chyle lactescent ; rien ne montre, dans l'intestin même, que les corps » gras y soient émulsionnés. Au contraire, dès que le suc pancréatique » se mêle aux aliments, on voit la graisse s'émulsionner, le chyle lai- » teux remplir les chylifères correspondants, et rien ne saurait donner » une idée des résultats de ces expériences qui offrent toute la netteté » d'une opération chimique effectuée dans le laboratoire, et toute la » beauté des injections les plus parfaites.... »

23.

Remarques d'anatomie comparée sur le pancréas.

(Mémoires de la Société de biologie, page 117.)

1° J'établis, d'après les recherches des anatomistes modernes et d'après mes propres dissections, qu'un pancréas glandulaire ayant été constaté chez un grand nombre de poissons osseux, pourvus en même temps d'appendices pyloriques, on ne peut plus admettre aujourd'hui l'ancienne opinion que ces appendices jouent le rôle de pancréas.

2° J'insiste ensuite sur la disposition respective des conduits pan-

créatiques et biliaires, et sur leur point d'abouchement dans l'intestin. Je démontre que, par suite du mode de versement de ces deux fluides, il ne peut jamais arriver que le suc pancréatique agisse sur les matières alimentaires isolément de la bile. En effet, toutes les variétés anatomiques se réduisent à trois cas :

Dans le premier cas, les deux fluides arrivent déjà mélangés dans l'intestin.

Dans le second cas, la bile et le suc pancréatique se versent isolément par des conduits seulement distants de quelques millimètres les uns des autres, de sorte qu'il est évident qu'aussitôt leur arrivée sur la membrane muqueuse intestinale, les deux liquides sont unis et mélangés.

Dans le troisième cas, les canaux biliaires et pancréatiques s'ouvrent dans l'intestin à une grande distance l'un de l'autre, qui est de 35 à 50 centimètres chez le lapin et le lièvre ; de 21 centimètres dans le castor ; de 52 centimètres chez le porc-épic ; de 50 centimètres dans l'autruche, etc., etc. D'où il suit qu'alors la bile et le suc pancréatique ont le temps d'agir isolément avant de se mélanger. Or, il est constant que chez ces animaux, le canal pancréatique, ordinairement unique, s'ouvre toujours le dernier dans l'intestin, et apporte le suc du pancréas sur des aliments déjà imprégnés de bile.

24.

Sur une nouvelle fonction du foie chez l'homme et les animaux.

(Comptes rendus de l'Académie des sciences, octobre 1850.)

Il était connu que le foie fait de la bile. Mais j'ai établi dans ce mémoire que, chez l'homme et les animaux, cet organe produit aussi du sucre en grande quantité, qui est incessamment versé dans le sang pour les besoins de la nutrition.

Je démontre expérimentalement :

1° Que la présence du sucre dans l'organisme animal est un fait cons-

tant et indispensable dans l'accomplissement régulier des phénomènes nutritifs;

2° Que la présence de la matière sucrée chez les animaux n'est point liée, comme on le croyait, à une alimentation déterminée, mais que le sucre est produit dans le foie, par une fonction spéciale à cet organe, jusqu'à présent restée complétement ignorée;

3° J'indique enfin les principaux caractères de cette formation du sucre dans le foie, et je montre qu'elle est sous la dépendance immédiate du système nerveux.

Pendant la période de la digestion, le sang, qui sort du foie par les veines sus-hépatiques, est invariablement sucré, quelle que soit la nature de l'alimentation.

Au moment où les veines sus-hépatiques charrient du sucre, le tissu du foie en est lui-même imprégné dans une forte proportion. Aucun autre organe du corps n'est dans le même cas, de sorte que la présence constante du principe sucré distingue nettement le tissu hépatique pendant la période digestive. Lorsqu'on soumet les animaux à une abstinence suffisamment prolongée, le foie et le sang sus-hépatique sont constamment dépourvus de la matière sucrée, qui reparaît aussitôt que les phénomènes de la digestion et de la nutrition reprennent leur activité.

Ce sucre est produit quelle que soit l'alimentation, car il apparaît chez les carnivores aussi bien que chez les herbivores ou les omnivores. C'est là un fait général que j'ai constaté par des expériences très nombreuses sur l'homme et sur des animaux appartenant à des espèces prises dans presque tous les ordres de la série.

Le sucre que produit le foie offre tous les caractères du glucose. Il fermente au contact de la levure de bière en donnant de l'alcool et de l'acide carbonique; sa dissolution brunit par les alcalis caustiques, et réduit le tartrate de cuivre dissous dans la potasse. Cependant ce sucre hépatique se détruit au contact du sang et des tissus animaux, beaucoup plus vite que le glucose ordinaire.

La formation du sucre dans le foie est une fonction placée d'une manière immédiate sous l'influence du système nerveux. La section des

nerfs pneumo-gastriques, un ébranlement violent du système nerveux, beaucoup de maladies, etc., font disparaître le sucre du foie.

J'ai trouvé que, dans toute l'étendue du système nerveux, il existe un seul point très limité de la moelle allongée, dont la lésion produit un effet inverse, et exagère la production du sucre dans l'organisme, au point que les animaux présentent alors les phénomènes du diabète sucré, en ce sens qu'ils ont leur sang et leurs urines surchargés de matière sucrée.

25.

Des différences que présentent les phénomènes de la digestion et de la nutrition chez les animaux herbivores et carnivores.

(Comptes rendus à l'Académie des sciences, tome XXII, séance du 23 mars 1846.)

Ce travail a pour objet de rechercher si les mêmes aliments, en se digérant, donnent lieu aux mêmes phénomènes apparents dans la composition du chyle et de l'urine, chez les animaux herbivores et carnivores.

Comme point de départ de mes expériences, il fallait soumettre des animaux herbivores et carnivores à un régime nutritif identique. Je pensai que le moyen le plus simple d'arriver à ce résultat, était de priver d'abord ces animaux d'aliments, en les laissant tous complétement à jeun. Cette première expérience me fit trouver un fait qui n'avait pas encore été observé, c'est que, sous l'influence de l'abstinence, les urines des herbivores (lapins, chevaux) qui habituellement sont troubles, alcalines, chargées de carbonates, pauvres en phosphates et en urée, prirent les caractères des urines des carnivores, et devinrent claires, acides, et riches en urée et en phosphates. Si bien, qu'au bout de deux jours de privation d'aliments, par exemple, tous les animaux eurent des urines de carnivores. On comprend, en effet, que des animaux à jeun soient de vrais carnivores, puisqu'alors les phénomènes de la nutrition s'accomplissent aux dépens des élémen [illegible] mesdu sang.

Les urines des animaux, soumis pendant quelques jours à l'abstinence, contiennent de l'urée en si grande abondance, que quelquefois cette substance se cristallise par le simple refroidissement de l'urine. Dans tous les cas, il suffit d'ajouter directement de l'acide azotique aux urines, pour voir le nitrate d'urée se précipiter.

Je constate en outre dans ce mémoire, que constamment la réaction de l'intestin est *acide* chez les carnivores, et *alcaline* chez les herbivores, quand ces animaux sont soumis à leur alimentation habituelle.

Enfin, j'ai vu que, chez les lapins, les matières grasses ne commencent à être digérées et à entrer dans le chyle, que très bas dans l'intestin grêle, et cette observation nouvelle m'a fait trouver l'organe qui opérait la digestion de la graisse.

26.

Recherches sur les propriétés chimiques et physiologiques du curare (avec M. Pelouze).

(Comptes rendus de l'Académie des sciences, octobre 1850.)

Partie physiologique.—Le *curare,* déjà étudié par M. de Humboldt et M. Boussingault, est un poison qui produit la mort presque instantanée, lorsqu'il est introduit sous la peau ou dans une plaie, tandis qu'il ne donne lieu à aucun accident quand il est ingéré dans l'estomac ou dans l'intestin. Nous avons eu pour but dans ce mémoire d'étudier les effets toxiques du *curare* sur l'organisme, et de rechercher la raison de son innocuité quand il est ingéré dans l'estomac au lieu d'être introduit dans la circulation.

Lorsque les animaux ont été piqués par le curare, ils ne paraissent pas souffrir. Ils semblent être fatigués, se couchent et ont l'air de s'endormir. Mais bientôt la respiration s'arrête, et la vie s'éteint sans que l'animal ait poussé aucun cri ni manifesté aucune douleur.

Quand on ouvre, immédiatement après la mort, le corps des animaux ainsi empoisonnés, on remarque constamment des phénomènes qni

indiquent un anéantissement complet de toutes les propriétés du système nerveux. L'excitabilité des nerfs et les propriétés de mouvements réflexes de la moelle épinière ont complétement disparu. Mais chose singulière et très intéressante au point de vue physiologique, les muscles ont conservé leur excitabilité.

Relativement à l'innocuité que le curare montre quand on l'ingère dans l'estomac ou dans les intestins, nous avons constaté qu'elle ne dépend pas d'une modification ou d'une digestion quelconque du principe toxique, mais bien d'un défaut d'absorption de la substance, ce qui résulte d'une propriété spéciale à la membrane muqueuse elle-même. Ce fait est très important, en ce qu'il montre que des substances solubles peuvent cependant ne pas être absorbées et peuvent séjourner dans le canal intestinal en conservant leur activité, mais sans pouvoir l'étendre à l'économie entière.

Toutes les membranes muqueuses du corps possèdent cette même propriété de ne pas se laisser traverser par le curare, excepté la membrane muqueuse des bronches, qui laisse pénétrer ce principe toxique dans l'économie, absolument comme si on l'avait déposé dans le tissu cellulaire sous-cutané.

Enfin, par ses caractères principaux, le curare semble agir à la manière des venins.

III.

APPAREIL VASCULAIRE. — SANG.

27.

Sur une nouvelle espèce d'anastomoses vasculaires.

(Comptes rendus de l'Académie des sciences, 3 juin 1850.)

Dans ce mémoire, purement anatomique, je décris une forme d'anastomose des vaisseaux sanguins qui jusqu'alors ne se trouve mentionnée par aucun anatomiste. Ces communications vasculaires, qu'on pourrait appeler *anastomoses par abouchement*, se réalisent par le moyen de rameaux qui viennent s'ouvrir directement par des bouches béantes, dans des troncs vasculaires volumineux. Je prends pour type de ma description les vaisseaux du foie du cheval et du mouton. Chez ces animaux, ce mode d'anastomoses est très manifeste entre la veine porte et la veine cave, et il a pour effet d'établir des communications directes entre le système veineux abdominal de la veine-porte et le système veineux général. En effet, quand on suit dans le tissu hépatique la veine porte, on voit qu'elle se divise à la manière d'une artère en rameaux de plus en plus petits qui communiquent avec les veines sus-hépatiques et avec la veine cave inférieure de deux façons : tantôt par un système capillaire, tantôt, au contraire, en s'abouchant directement dans le tronc de la veine cave ou des veines sus-hépatiques. Cette disposition est très manifeste et se voit très bien à l'œil nu sur un certain nombre de branches qui se détachent de la veine porte aussitôt que ce tronc vasculaire a pénétré dans le foie. Ces branches vasculaires, qui se dirigent transversalement de gauche à droite et de bas en haut, fournissent chez le cheval et chez le mouton un certain nombre de rameaux qui s'épuisent en traversant la substance hépatique, tandis que d'autres passent directement sur la

face extérieure de la veine cave où ils se distribuent d'une manière singulière et tout à fait insolite. En effet, ces ramifications épanouies sur la face extérieure de la veine cave présentent, au premier abord, l'aspect d'un riche réseau de *vasa vasorum;* mais, en y regardant de plus près, on constate que beaucoup de ces rameaux, au lieu de se subdiviser en capillaires, s'enfoncent brusquement pour communiquer avec la cavité de la veine cave inférieure. Le fait de cette communication directe entre la veine porte et la veine cave se démontre sur l'animal vivant par la seule présence du sang, ou bien la preuve s'en établit chez l'animal mort de la manière la plus nette et la plus simple par le moyen des injections anatomiques. Lorsqu'on prend ces rameaux à leur émergence de la veine porte, et qu'on les injecte avec une substance semi-fluide, comme du bleu de Prusse ou du noir broyés à l'huile, délayés dans un peu d'essence de térébenthine, on voit un grand nombre de rameaux de la veine porte s'ouvrir par des bouches béantes à la surface interne de la veine cave inférieure, sous laquelle la matière à injection s'écoule en abondance et sans aucune espèce d'obstacle. Il suffit d'avoir constaté une fois, par le procédé que je viens d'indiquer, ces orifices d'abouchement direct, pour être fixé sur leur existence et pour être convaincu qu'ils ne peuvent être le résultat d'aucune rupture accidentelle.

La conséquence de ces faits anatomiques est que le système de la veine-porte et de la veine-cave communiquent directement, de telle sorte qu'une partie du sang de la veine porte peut passer dans le système veineux général sans traverser le tissu capillaire du foie.

28.

Structure musculaire de la veine cave inférieure et des veines sus-hépatiques chez quelques animaux.

(Comptes rendus de la Société de biologie, 1849.)

La veine cave postérieure du cheval, au moment de son passage dans le foie, de même que les veines sus-hépatiques, offrent une

structure musculaire extrêmement prononcée que je n'ai vue décrite nulle part. Dans toute sa portion qui est contiguë au foie, la veine cave postérieure offre un calibre plus considérable, et ses parois acquièrent en ce point une grande épaisseur, à cause de l'existence d'une couche musculaire très forte. Les fibres musculaires sont surtout longitudinales et elles forment des faisceaux rougeâtres placés parallèlement les uns aux autres. Avant d'entrer dans le foie et après en être sorties, les parois de la veine cave sont beaucoup plus minces et offrent une structure tout à fait différente.

Le système musculaire que je viens d'indiquer sur la veine cave est également propre aux veines sus-hépatiques. Là, comme sur la veine cave, les fibres sont longitudinalement disposées et constituent de petits faisceaux rougeâtres parallèles très apparents.

Examinée au microscope, la couche musculaire considérable qui double la veine cave et les veines sus-hépatiques est composée de fibres lisses non striées.

Les parois de la veine porte hépatique ne présentent aucune disposition musculaire semblable. Elles sont du reste entourées par la capsule de Glisson, ce qui leur permet de se dilater ou de se resserrer indépendamment du tissu du foie; tandis que les parois des veines sus-hépatiques, étant intimement adhérentes au tissu du foie, ne peuvent se raccourcir sans déterminer une sorte de compression ou de resserrement des tissus hépatiques.

L'homme, le mouton, le chien, le lapin, etc., présentent la même structure musculaire de la veine cave inférieure et des veines sus-hépatiques que le cheval, seulement à un degré moins prononcé. Il est remarquable que c'est chez les chevaux coureurs que j'ai toujours trouvé cet appareil musculaire à son summum de développement.

29.

Des manifestations chimiques diverses des substances introduites dans l'organisme.

(Archives générales de médecine ; 1847.)

Ce mémoire, qui contient un nombre considérable d'expériences, a pour but de démontrer que, suivant leur nature, les substances introduites dans le système circulatoire des animaux vivants peuvent ou non être masquées dans leurs caractères chimiques.

1° Les substances métalliques en général ne peuvent pas donner lieu à leurs réactions naturelles, parce que les matières albumineuses du sang empêchent ces réactions. Un seul exemple rendra ce fait palpable. Si l'on injecte par deux veines séparées du prussiate jaune de potasse et un sel de fer, de manière à ce que ces deux substances se rencontrent dans le sang, elles ne donneront lieu nulle part dans les tissus à la production du bleu de Prusse. Ce sera seulement quand ces deux corps, étant éliminés, se rencontreront en dehors du sang, soit dans la vessie, soit dans l'estomac, qu'ils pourront se combiner et former du bleu de Prusse.

2° Les substances organiques qui, par leur action, se rapprochent des ferments, manifestent parfaitement leur activité quand on les injecte dans le sang sur des animaux vivants. Exemple : Si l'on injecte, par deux veines séparées, de l'émulsine et de l'amygdaline, de manière à ce que ces deux substances puissent circuler ensemble, au moment de leur rencontre elles manifestent leurs réactions ordinaires en donnant lieu à de l'acide prussique qui tue l'animal instantanément, tandis que les deux substances injectées isolément sont complétement inoffensives.

La troisième partie du mémoire est consacrée à l'étude de diverses décompositions et oxydations qui se passent dans le sang.

IV.

APPAREIL URINAIRE. — URINE..

30.

De la présence du sucre dans l'urine du fœtus.

(Comptes rendus de la Société de biologie ; 1850.)

Dans un autre mémoire, j'ai démontré que la production du sucre est une fonction normale du foie chez l'homme et les animaux. J'ai fait voir en outre que cette production de matière sucrée commence avant la naissance et existe déjà chez le fœtus. J'ai tout récemment été conduit à trouver un autre fait bien singulier : c'est que l'urine du fœtus, pendant la vie intra-utérine, contient normalement du glucose et se montre avec tous les caractères des urines des diabétiques. En effet, ces urines fermentent au contact de la levure de bière, en donnant de l'alcool et de l'acide carbonique. Elles brunissent par les alcalis caustiques et réduisent le tartrate de cuivre dissous dans la potasse.

J'ai constaté, dans les abattoirs de Paris, la présence constante du sucre de raisin dans l'urine chez plus de cent cinquante fœtus de vache ou de brebis. Les fœtus de vache que j'ai examinés étaient en général âgés de quatre à sept mois, et les fœtus de brebis de six semaines à deux mois et demi de vie intra-utérine. Je n'ai pas encore pu examiner des fœtus à terme, afin de savoir si le sucre des urines disparaît au moment même de la naissance ou quelque temps avant.

J'ai constaté ensuite la présence du sucre dans le liquide allantoïdien et amniotique des fœtus de vache, de brebis et de truie. Seulement, ce principe n'y existe pas toujours en quantité égale, et plusieurs fois,

sur des fœtus de vache de six mois et demi ou de sept mois, je n'ai point trouvé de sucre dans les liquides de l'amnios et de l'allantoïde, bien qu'il y en eût cependant dans l'urine des mêmes fœtus.

Je me borne à rapporter aujourd'hui ces premiers faits, qui ne sont que le début d'une série d'observations intéressantes que je me propose de poursuivre sur d'autres animaux, ainsi que dans l'espèce humaine.

31.

Des voies d'élimination de l'urée après l'ablation des reins (avec M. Barreswill).

(Archives générales de médecine ; 1846.)

Il était connu, par les expériences de MM. Prévost et Dumas, que l'urée se rencontre dans le sang des animaux après l'ablation des reins ; seulement, il restait à expliquer pourquoi ce principe n'y existait d'une manière évidente que vers le troisième ou quatrième jour après l'opération. Nous avons vu que cela tenait à ce que cette élimination de l'urée change de voie pour ainsi dire, et se fait par les intestins et l'estomac tant que l'animal reste vivace et que les sécrétions intestinales ont lieu. Ce n'est que lorsque les animaux s'affaiblissent et que l'urée ne peut plus être éliminée par cette voie, qu'elle s'accumule dans le sang et que son existence peut y être démontrée avec facilité.
